

Energibesparing i växthus

— livscykelkostnadsberäkning (LCC)

JONAS MÖLLER NIELSEN OCH SVEN-ERIK SVENSSON

Det finns flera sätt att bedöma lönsamheten för en investering, där den vanligaste är att beräkna återbetalningstiden. Problemet med den metoden är att den inte tar hänsyn till investeringens totala kostnad sett över hela dess livslängd, utan gynnar det alternativet som har lägst investeringskostnad. En metod som tar hänsyn till kostnaden över hela livslängden är livscykelkostnaden, LCC.

Traditionell upphandling

Det normala vid inköp är oftast att det är lägsta pris som vinner upphandlingen. Detta flyttar fokus från den totala kostnaden för produkten under hela dess livslängd, eftersom billiga produkter oftast har sämre verkningsgrad och högre underhållskostnad. Detta syns inte, eller får inte det genomslag som det borde, i samband med upphandlingen.

Ett sätt att få med produktens hela kostnad sett över hela dess livslängd, är att använda sig av livscykelkostnadsbegreppet, LCC, som inte bara tar hänsyn till investeringskostnaden, utan även tar hänsyn till energi- och underhållskostnader, se ekvation 1 och tabell 1. Att genomföra investeringar med LCC-beräkningar ger inte bara bästa totalekonomi sett på lång sikt, utan gynnar även miljön. Skillnaden mellan de båda tillvägagångssätten åskådliggörs i exemplet på nästa sida.

LCC tar hänsyn till att kostnaderna är fördelade i tiden tack vare en nusumme-faktor, som antingen kan slås upp i tabell 2, tas ur diagram 2 eller beräknas med ekvation 2.

Den årliga elenergikostnaden kan mätas eller beräknas enligt ekvation 3.

Beroende på produkt som man beräknar LCC på kan energiberäkningen se olika ut. T.ex. så kräver en LCC över en byggnad, t.ex. i en växthusodling

Ekvation 1. Grundekvationen för en LCC-beräkning.

$$LCC = \text{Investering} \times (\text{energikostnad} + \text{underhållskostnad}) \times F_{nu}$$

där

investering	= den initiala investeringskostnaden, kr
energikostnad	= den årliga återkommande energikostnaden, kr
underhållskostnad	= den årliga återkommande underhållskostnaden, kr
F_{nu}	= nusumme-faktorn, dimensionslös

Tabell 1. Checklista över vad som skall vara med i förfrågningsunderlaget respektive offerten i samband med upphandling enligt LCC-metoden. Beroende på produktens komplexitet kan vissa uppgifter tas bort (idé från Energimyndigheten)

Uppgifter i förfrågningsunderlaget		
	Enhet	Beställare
Drift och underhåll		
Arbetskostnader, kr/mantimme	kr/mantimme	<input type="checkbox"/>
Drifttid för respektive lastfall, h/år	h/år	<input type="checkbox"/>
Energipris, kr/kWh	kr/kWh	<input type="checkbox"/>
Bränslepris, kr/kWh	kr/kWh	<input type="checkbox"/>
Stilleståndskostnader, kr/h	kr/h	<input type="checkbox"/>
Övriga kostnader för drift och underhåll, kr/år	kr/år	<input type="checkbox"/>
Underlag för nuvärdeskalkyl		
Kalkylränta, %	%	<input type="checkbox"/>
Antagen årlig energiprisökning, %	%	<input type="checkbox"/>
Ekonomisk avskrivningstid, år	år	<input type="checkbox"/>

Uppgifter i offerten		
	Enhet	Leverantör
Investeringar		
Anskaffningspris för utrustningen	kr	<input type="checkbox"/>
Pris för montage och installation etc.	kr	<input type="checkbox"/>
Pris för förråd, reservdelar, förbrukningsmaterial	kr	<input type="checkbox"/>
Drift och underhåll		
Förebyggande underhåll	mantimmar/år	<input type="checkbox"/>
Avhjälpan underhåll	mantimmar/år	<input type="checkbox"/>
Förbrukningsmateriel, kr/år	kr/år	<input type="checkbox"/>
Summerade underhållskostnader, kr/år	kr/år	<input type="checkbox"/>
Effektbehov vid respektive lastfall, kW	kW	<input type="checkbox"/>
Totalt energibehov, kWh/år	kWh/år	<input type="checkbox"/>
Totala energikostnader	kr/år	<input type="checkbox"/>
Stilleståndskostnader	kr/år	<input type="checkbox"/>
Övriga kostnader drift och underhåll	kr/år	<input type="checkbox"/>

Exempel inköp av cirkulationspump

Traditionellt köp

Offerter tas in från olika leverantörer och den med lägst pris får ordern.

Inköpspriset är 7 000 kr.

Inköp med hänsyn till tagen till LCC-beräkning

Inköpspris	7 000 kr
Underhållskostnad	1 500 kr/år
Energikostnad	22 500 kr/år (rörligt elpris 0,9 kr/kWh och drifttid 5 000 h/år)
Teknisk livslängd	10 år
Kalkylränta	10 %

Beräkningar ger

Nusummefaktorn	6,1
LCC underh.kostnad	9 150 kr (= 1 500 (underhållsk.) × 6,1 (nusummefaktor))
LCC energikostnad	137 250 kr (= 22 500 (energik.) × 6,1 (nusummefaktor))
LCC kostnad totalt	153 400 kr (= inköpspr. + LCC underh. + LCC energik.)

I diagram 1 ser vi att energikostnaden under de 10 åren som produkten skall användas utgör 89,5% av den totala kostnaden. Inköpskostnaden utgör bara 4,5 %.

Med LCC-beräkningar flyttas fokus från investeringskostnad till verkningsgrad och totalkostnad, vilket gynnar både totalekonomin och miljön.

Jämförelse med hjälp av LCC-beräkning

Om vi jämför pumpen ovan med en dyrare pump med högre verkningsgrad, kan värdena för den alternativa pumpen bli:

Inköpspris	8 000 kr
Underhållskostnad	1 500 kr/år
Energikostnad	21 375 kr/år

Beräkningar ger

LCC underhållskostnad	9 150 kr
LCC energikostnad	130 388 kr
LCC kostnad totalt	147 538 kr

Skillnaden i livscykelkostnad mellan pump 1 och pump 2 är 5 863 kr till den dyrare pumpens fördel.

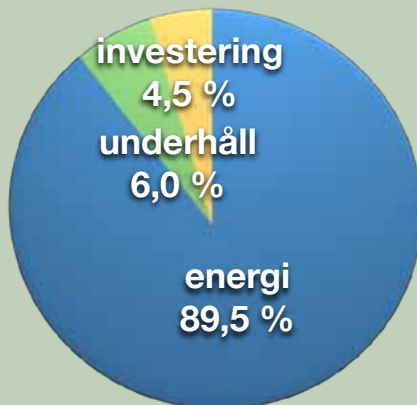


Diagram 1. Investeringskostnaden utgör en mycket liten del av cirkulationspumpens totala kostnad, när man tar hänsyn till energi- och underhållskostnaden för hela pumpens tekniska livslängd.

eller val mellan olika täckmateriel en mer avancerad energikalkyl än den för elektrisk utrustning i ekvation 3.

Upphandling med LCC-beräkning

När man upphandlar med LCC-beräkningar kan man enkelt jämföra olika produkters totala kostnader med varandra sett över produkternas hela livslängd. Hur det kan se ut vid inköp av cirkulationspumpar visas i exemplet.

För att få bästa effekt vid upphandling med LCC-beräkningar, är det viktigt att göra klart för leverantörerna redan i förfrågningsunderlaget, att offerterna kommer att jämföras med hjälp av en LCC-beräkning. På det viset kommer leverantörerna att ta fram de långsiktigt bästa produkterna och inte bara offerera de som har lägst inköpspris. Man skall då även ange vilka uppgifter som kommer att tas med i LCC-beräkningen. Ett alternativ är att kräva att offerten skall presenteras med en LCC-beräkning. De uppgifter som beställare respektive leverantör skall tillhandahålla visas i tabell 1.

För växthus kan man i många fall, men inte alla, använda sig av kalkyllådan som utvecklats av Grön kompetens. Fördjupningslitteratur och fler hjälpmedel redovisas i rutan "Fördjupning och hjälpmedel".

	Nusummeffaktor																				
Livslängd	Årlig kalkylränta																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
år	%																				
2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5
3	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1
4	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6
5	5,0	4,9	4,7	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0
6	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3
7	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,6	4,4	4,3	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6
8	8,0	7,7	7,3	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,7	5,5	5,3	5,1	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	4,0	3,8
9	9,0	8,6	8,2	7,8	7,4	7,1	6,8	6,5	6,2	6,0	5,8	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0
10	10,0	9,5	9,0	8,5	8,1	7,7	7,4	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9	5,7	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2
11	11,0	10,4	9,8	9,3	8,8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,7	5,5	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3
12	12,0	11,3	10,6	10,0	9,4	8,9	8,4	7,9	7,5	7,2	6,8	6,5	6,2	5,9	5,7	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4
13	13,0	12,1	11,3	10,6	10,0	9,4	8,9	8,4	7,9	7,5	7,1	6,7	6,4	6,1	5,8	5,6	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5
14	14,0	13,0	12,1	11,3	10,6	9,9	9,3	8,7	8,2	7,8	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,7	5,5	5,2	5,0	4,8	4,6
15	15,0	13,9	12,8	11,9	11,1	10,4	9,7	9,1	8,6	8,1	7,6	7,2	6,8	6,5	6,1	5,8	5,6	5,3	5,1	4,9	4,7
16	16,0	14,7	13,6	12,6	11,7	10,8	10,1	9,4	8,9	8,3	7,8	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7
17	17,0	15,6	14,3	13,2	12,2	11,3	10,5	9,8	9,1	8,5	8,0	7,5	7,1	6,7	6,4	6,0	5,7	5,5	5,2	5,0	4,8
18	18,0	16,4	15,0	13,8	12,7	11,7	10,8	10,1	9,4	8,8	8,2	7,7	7,2	6,8	6,5	6,1	5,8	5,5	5,3	5,0	4,8
19	19,0	17,2	15,7	14,3	13,1	12,1	11,2	10,3	9,6	9,0	8,4	7,8	7,4	6,9	6,6	6,2	5,9	5,6	5,3	5,1	4,8
20	20,0	18,0	16,4	14,9	13,6	12,5	11,5	10,6	9,8	9,1	8,5	8,0	7,5	7,0	6,6	6,3	5,9	5,6	5,4	5,1	4,9
21	21,0	18,9	17,0	15,4	14,0	12,8	11,8	10,8	10,0	9,3	8,6	8,1	7,6	7,1	6,7	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,9
22	22,0	19,7	17,7	15,9	14,5	13,2	12,0	11,1	10,2	9,4	8,8	8,2	7,6	7,2	6,7	6,4	6,0	5,7	5,4	5,1	4,9
23	23,0	20,5	18,3	16,4	14,9	13,5	12,3	11,3	10,4	9,6	8,9	8,3	7,7	7,2	6,8	6,4	6,0	5,7	5,4	5,2	4,9
24	24,0	21,2	18,9	16,9	15,2	13,8	12,6	11,5	10,5	9,7	9,0	8,3	7,8	7,3	6,8	6,4	6,1	5,7	5,5	5,2	4,9
25	25,0	22,0	19,5	17,4	15,6	14,1	12,8	11,7	10,7	9,8	9,1	8,4	7,8	7,3	6,9	6,5	6,1	5,8	5,5	5,2	4,9
26	26,0	22,8	20,1	17,9	16,0	14,4	13,0	11,8	10,8	9,9	9,2	8,5	7,9	7,4	6,9	6,5	6,1	5,8	5,5	5,2	5,0
27	27,0	23,6	20,7	18,3	16,3	14,6	13,2	12,0	10,9	10,0	9,2	8,5	7,9	7,4	6,9	6,5	6,1	5,8	5,5	5,2	5,0
28	28,0	24,3	21,3	18,8	16,7	14,9	13,4	12,1	11,1	10,1	9,3	8,6	8,0	7,4	7,0	6,5	6,2	5,8	5,5	5,2	5,0
29	29,0	25,1	21,8	19,2	17,0	15,1	13,6	12,3	11,2	10,2	9,4	8,7	8,0	7,5	7,0	6,6	6,2	5,8	5,5	5,2	5,0
30	30,0	25,8	22,4	19,6	17,3	15,4	13,8	12,4	11,3	10,3	9,4	8,7	8,1	7,5	7,0	6,6	6,2	5,8	5,5	5,2	5,0

Tabell 2. Ur tabellen hämtas aktuell nusummeffaktor med hjälp av investeringens livslängd och kalkylräntan.

Ekvation 2. Beräkning av nusummeffaktorn i de fall den inte tas ur tabell 2 eller diagram 2.

$$F_{nu} = \frac{1 - (1 + 0,01 \times r_k)^{-n}}{0,01 \times r_k}$$

där

rk = den årliga kalkylräntan, %

n = investeringens livslängd, år

Ekvation 3. Beräkning av elenergianvändningen

$$\text{energikostnad} = \text{effekt} \times \text{tid} \times \text{elpris}$$

där

effekt = utrustningens effekt, kW. Observera att märkeffekten kan skilja sig från den faktiska effekten!

tid = tiden som utrustningen används, h

elpris = det rörliga elpriset inklusive alla nätavgifter och skatter, kr/kWh

Fördjupning och hjälpmedel

Här listas några tips på fördjupningslitteratur, hjälpmedel och hemsidor som är relevanta för LCC-beräkningar.

Energieffektivisering i industrin, EMIL 1, Energimyndigheten och Naturvårdsverket, November 2000, ET 1/2001.

Kalkyl för LCC belysning, Energimyndigheten, 2009, <http://www.energimyndigheten.se/>

Mall för LCC-beräkning PFE, Energimyndigheten, <http://www.energimyndigheten.se/>

Kalkyllådan, Grön kompetens, <http://www.gronkompetens.se/>

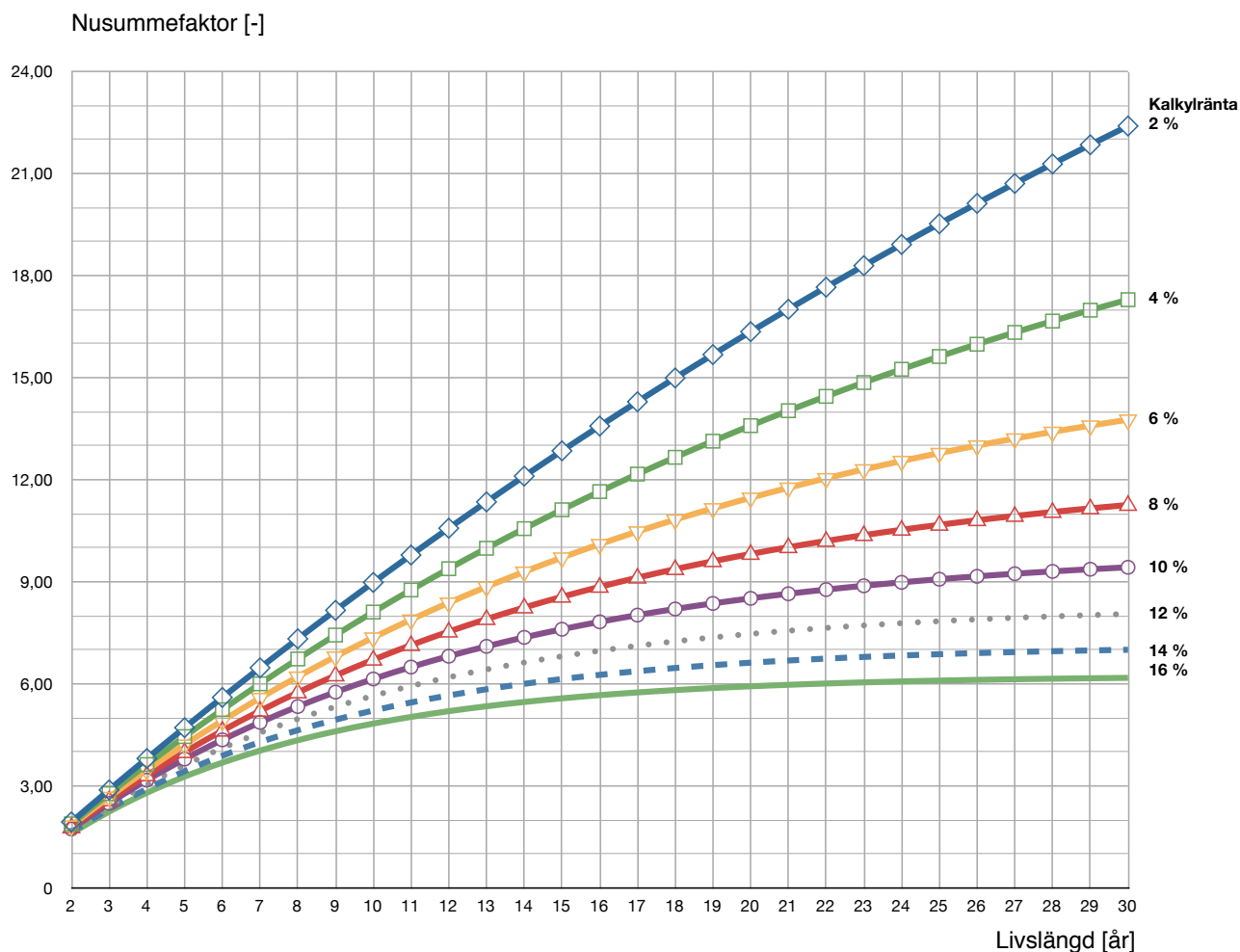


Diagram 2. Aktuell nusummefaktor avläses med hjälp av investeringens tekniska livslängd och kalkylräntan.

Faktaruta

- Faktabladet är utarbetat inom LTJ-fakultetens Område Agrosystem, Web: www.slu.se/agrosystem
- Faktabladet är finansierat av det nationella Landsbygdsprogrammet via Jordbruksverket och kommer att användas som ett underlag vid rådgivning inom delprojekt 3, Tillväxt Trädgård, SLU Alnarp. Detta faktablad samt flera andra informationsblad om "Energibesparing i växthus" för rådgivningsinsatser kan hämtas elektroniskt på <http://tillvaxtprogram.slu.se>
- Projektansvarig: Sven-Erik Svensson, processledare vid Tillväxt Trädgård
- Författare: Jonas Möller Nielsen, Cascada AB, jonas.moller.nielsen@cascadaab.se och Sven-Erik Svensson, Område Agrosystem, SLU Alnarp, sven-erik.svensson@slu.se
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt

Tillväxt Trädgård

Är ett projekt som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom trädgårdsnäringsen genom nytänkande och samarbete.

Projektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden, SLU, LTJ-fakulteten Alnarp, LRF/GRO, Hushållningssällskapen i Malmöhus, Halland och Kristianstad, Lovang Lantbrukonsult AB, Mäster Grön samt Prysek.

